

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002)

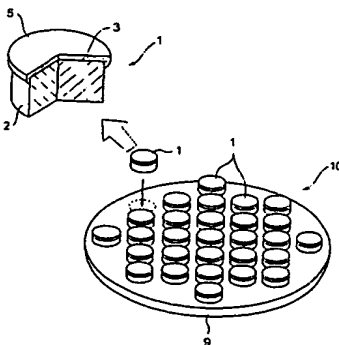
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/055264 A1

- (51) 国際特許分類: B24D 3/06, (72) 発明者; および  
7/06, 7/18, 3/00, B24B 13/01 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 益子 正美 (MA-SUKO, Masami) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/00180
- (22) 国際出願日: 2002 年 1 月 15 日 (15.01.2002) (74) 代理人: 三品 岩男 (MISHINA, Iwao); 〒220-0004 神奈川県横浜市西区北幸二丁目9-10 横浜HSビル7階 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) 優先権データ:  
特願2001-7794 2001 年 1 月 16 日 (16.01.2001) JP  
特願2001-200383 2001 年 7 月 2 日 (02.07.2001) JP 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP). 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: GRINDING STONE PELLET, GRINDING STONE, AND METHOD OF PRODUCING THEM, AND METHOD OF PRODUCING OPTICAL ELEMENTS USING GRINDING STONE AND METHOD OF PRODUCING PROJECTION ALIGNERS

(54) 発明の名称: 砥石ペレット、砥石、これらの製造方法、砥石を用いた光学素子の製造方法、及び投影露光装置の製造方法



(57) Abstract: A grinding stone pellet (1) comprises a cylindrical base (2) fixed on a stand tray (9), and a grinding particle section (5) formed on the end surface (3) of the base (2) by electroless deposition and having a large number of grinding particles. In forming the grinding particle section (5), the distribution of grinding particles in the grinding particle section (5) can be uniformized by forming a plating layer on the end surface (3) of the base (2) while stirring a plating liquid containing grinding particles.

[続葉有]

WO 02/055264 A1



---

(57) 要約:

砥石ペレット 1 は、台皿 9 に固定される円柱状の基体 2 と、この基体 2 の端面 3 に、多数の砥粒を含む無電解メッキで形成された砥粒部 5 と、を有している。砥粒部 5 を形成するにあたって、砥粒を入れたメッキ液を攪拌しつつ、基体 2 の端面 3 にメッキ層を形成することで、砥粒部 5 中の砥粒分布を均一化することができる。

## 明 細 書

砥石ペレット、砥石、これらの製造方法、砥石を用いた光学素子の製造方法、及び投影露光装置の製造方法

### 「技術分野」

本発明は、台皿に複数個固定され、ガラスや金属の研削又は研磨加工に使用される砥石ペレット、砥石、これらの製造方法、砥石を用いた光学素子の製造方法、及び投影露光装置の製造方法に関する。

### 「背景技術」

砥石ペレットは、台皿上に接着剤で固定され、これが砥石として使用される。この砥石ペレットとしては、メタルボンドやレジンボンドやビトリファイドボンド等を結合材とし、この中に砥粒を入れて固めたものがある。

しかしながら、従来技術では、例えば、より精密加工を行うために微細な砥粒を混ぜた砥石ペレットを得ようとしても、砥粒が均一に混ざらず、この結果、実用に供するものが得られないという問題点がある。

### 「発明の開示」

本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、砥粒分布の均一化が図ることができる砥石ペレット、砥石、これらの製造方法、この砥石を用いた光学素子の製造方法、及び投影露光装置の製造方法を提供することを目的とする。

そこで、前記目的を達成するための砥石ペレットは、

砥粒層を加工するとよい。また、前記砥石ペレットの製造方法において、前記メッキ液として、無電解メッキ液を使用する場合には、予め準備しておいた固定板上に、複数の前記基体を固定し、前記固定板に複数の前記基体を固定する前に又は後に、該基体の端面であって、該固定板に固定される端面とは反対側の端面上に、無電解メッキに対する触媒層を形成し、砥粒を含む無電解メッキ液中に、前記固定板に固定された複数の前記基体を入れて、各基体の前記触媒層上に前記砥粒層を形成するとよい。なお、無電解メッキ液で形成された砥粒層は、もっぱら非晶質である。

前記目的を達成するための砥石は、

台皿上に複数の砥粒層が点在している砥石において、

前記台皿上に固定された柱状の複数の基体と、砥粒を含み且つ前記基体の端面を含む基体表面のみに形成されて、前記砥粒層を成すメッキ層と、を有することを特徴とするものである。

また、前記目的を達成するための他の砥石は、

台皿上に複数の砥粒層が点在している砥石において、

前記台皿上に固定された柱状の複数の基体と、砥粒を含み且つ前記基体の端面に形成されて、前記砥粒層を成すメッキ層と、前記台皿上であって、複数の基体相互間の位置に配されて、複数の該基体を該台皿に固定すると共に、前記メッキ層を形成する際のマスキング剤としての役目を担うマスキング層と、を有することを特徴とするものである。

体とを準備し、前記台皿の前記砥粒層を形成する側の面に、複数の前記基体を、該台皿を介して相互に導通可能に固定し、砥粒を含む電解メッキ液中に、前記台皿に固定された複数の前記基体を入れて、前記基体の端面上に、該砥粒を含む電解メッキで前記砥粒層を形成する、ことを特徴とするものである。ここで、前記台皿に複数の前記基体を固定する際に、非導電性の接着剤を用い、該接着剤を該台皿上の複数の基体相互間に施し、該接着剤を前記電解メッキに対するマスキング剤とするとよい。このように、電解メッキで砥粒層を形成する場合には、この砥粒層を形成した後、複数の該砥粒層の面を連ねた面形状が、所望の被加工面の反転形状になるよう、複数の該砥粒層を加工することが好ましい。

さらに、本願が提供する光学素子の製造方法は、

台皿上に複数の基体が固定され、該基体の端面を含む基体表面のみに多数の砥粒を含むメッキ層が形成されている砥石を準備し、前記砥石を用いて、光学素子素材を加工して、前記光学素子又は該光学素子の中間製造物を形成する、ことを特徴とするものである。

また、本願が提供する光学投影露光装置は、

レンズを含む光学系を備えた投影露光装置の製造方法において、

台皿上に複数の基体が固定され、該基体の端面を含む基体表面のみに砥粒を含むメッキ層が形成されている砥石を準備し、

トの斜視図である。

図 2 は、本発明の実施例 1 における砥石ペレットの製作手順を示す説明図である。

図 3 は、本発明の実施例 2 における砥石の製作手順を示す説明図である。

図 4 は、本発明の実施例 2 の変形例における砥石の製作手順を示す説明図である。

図 5 は、光学素子を製造する過程を示す説明図である。

図 6 は、従来のレジンボンド砥石で蛍石を研削した際の表面状態を示す説明図である。

図 7 は、本発明の実施例 3 の砥石の製作手順を示す説明図（その 1）である。

図 8 は、本発明の実施例 3 の砥石の製作手順を示す説明図（その 2）である。

図 9 は、本発明の一実施形態における投影露光装置の構成図である。

無電解メッキでは、基体 2 の表面形状が忠実に転写されるため、基体 2 の表面を予め平滑に仕上げておくことが好ましい。実際に無電解メッキで、砥粒部 5 を形成する際には、複数の砥石ペレット 1, 1, ... を一度に製造するために、複数の基体 2, 2, ... を固定できる固定板を用いることが好ましい。この固定板の寸法は、製造する砥石ペレット 1 の数量に応じて決める。また、固定板の材料は、繰り返し使用するために無電解メッキの前処理及び無電解メッキ液に容易に浸食されず、また後述するマスキング剤にも溶解されないものを選定する。後述するマスキング工程を簡略化するのであれば、固定板は樹脂が適している。なお、固定板は、基体を多数固定する場合であれば、その重量に耐えられる必要があり、機械的剛性を保つために金属、特にステンレスがよく、又は、樹脂では P T F E (ポリテトラフルオロエチレン) がよい。

固定板には、接着剤で複数の基体 2, 2, ... を貼り付け、基体 2 の表面中でメッキを施さない領域、言い換えると、砥粒部 5 を形成しない領域をマスキングする。この基体 2 の取り付けに際して、固定板及び基体 2 は、溶剤脱脂しておく。固定板に基体 2 を固定するための接着剤としては、無電解メッキの前処理から無電解メッキまでの工程中は基体 2 が保持でき、しかもマスキング性を有し、更に、無電解メッキ後は、固定板から基体 2 を容易に剥離できるものが適している。すなわち、このような接着剤を、基体 2 の固定とマスキングとの両方の目的で使用する。但し、基体 2 の固定に使用する接

ある。また、ここでは、固定板に基体を固定した後に触媒層を基体に形成したが、触媒層を基体に形成した後、この基体を固定板に固定してもよい。

砥粒部 5 の形成には、均一析出性が良いことを特長とする無電解メッキ液を用いる。無電解メッキ液としては、例えば、ニッケルーリン・メッキ液を用いる。この無電解めっき液中に、砥粒を混入する。砥粒としては、市販されているダイヤモンドパウダーや立方晶窒化ホウ素 (CBN) 等が使用でき、その粒径も制限はないが、概ね  $0.1 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$  が使用の用途が多い。砥粒をメッキ液に投入した後は、スターレー等でメッキ液を攪拌して、砥粒を均一に分散させながら、触媒層が形成されている基体 2 を無電解メッキ液中に投入することで、触媒層のある領域に、砥粒を含む均一な厚さのメッキ層が形成され、これが、無電解メッキ層、つまり非晶質メッキ層を結合剤とした砥粒部 5 となる。この砥粒部 5 の厚さは、主としてメッキ液温度とメッキ時間により制御する。

以上の無電解メッキ処理後、固定板から基体を取り外し、マスキング膜を除去して、砥石ペレット 1 を得る。

ところで、以上の無電解メッキ法の代わりに電解メッキ法を用いる場合、凸部に電解メッキ層が集中して析出し、層厚さを均一にすることができない。これに対して、本実施形態の無電解メッキ法では、無電解であるが故に、凸部や外周部にメッキ層が多く析出することがなく、層厚さを均一にすることができる。



## 「実施例 1」

図 1 に示す砥石ペレット 1 の具体的な製造方法について、図 2 に従って説明する。

基体 2 は、ステンレス（S U S 3 0 4）材で、直径 1 4 . 4 m m、高さ 3 m m の円柱状に形成されたものである。この基体 2 の二つの端面のうち、砥粒層 5 が形成される側の端面 3 は、機械加工により、R a 0 . 2 に平滑化してある。

まず、基体 2 及び固定板 1 1 を溶剤脱脂した後、図 2（a）に示すように、固定板 1 1 にマスキング剤を塗布し、その上に基体 2 の端面 3 を上にして載せて、基体 2 の表面中でメッキを施さない領域にマスキング膜 1 2 を施す。このとき、基体 2，2 同士を接触させないように注意する他は並べ方は任意である。ここで、マスキング剤としては、基体 2 の固定に使用する接着剤と、基体 2 のマスキングに使用するマスキング剤とを兼ねる意味で、市販のメッキマスキング剤である、ターコ 5 9 8 0 - 1 A（米国、アトフィナケミカルズ社の商品名）を用いる。次に、1 0 0 ° C に昇温したオーブン中に、固定板 1 1 と共に、この上に載せられた複数の基体 2，2，…を入れ、1 時間焼いてマスキング膜 1 2 を硬化させる。

マスキング膜 1 2 の硬化後、固定板 1 1 上に載っている基体 2，2，…をアルカリ脱脂、酸による活性処理を順に行ってから、塩酸と塩化パラジウムを主成分とする水溶液中に 6 0 秒浸漬し、図 2（b）に示すように、マスキング膜 1 2 が施されていない基体 2 の表面上にパラジウム層を形成する。こ

石ペレット 1 を取り外すことができる。

### 「第二の実施形態」

次に、本発明に係る第二の実施形態について説明する。

本実施形態の砥石の概略構成は、図 1 を用いて前述した砥石 10 と同じである。すなわち、台皿 9 上に複数の基体 2 が固定され、各基体 2 の一方の端面 3 側に砥粒部 5 が形成されているものである。但し、第一の実施形態では、砥石ペレット 1 を完成させた後、これを台皿 9 に固定して砥石 10 を製作しているが、本実施形態では、砥石ペレット 1 を完成される工程を経ることなく、砥石 10 を製作する。

この砥石 10 を製作するにあたり、まず、所望の被加工面の反転形状を成す台皿 9 を製作する。この台皿 9 の材料は、後述する接着剤に対して良好な接着性が得られ、且つ機械的剛性を保てることから、金属が最も適している。その中でも、鑄造法や切削加工で製作が容易で軽量なアルミや、鑄造法で製造が可能な鑄鉄が適している。

台皿 9 の表面であって、砥粒部を形成する側の面は、接着剤との接着性を高めるために、粗仕上げでよく、必要に応じて、ブラスト処理等の粗化加工を行ってもよい。このように、台皿 9 の砥粒部形成側面は、平滑仕上げをする必要がないため、台皿 9 の加工コストを抑えることができる。

基体 2 の材料は、第一の実施形態と同様であるので、ここではその説明を省略する。

基体 2 の形状としては、角柱状、円柱状等、各種形状でよ

具体的には、台皿 9 の表面が平面である場合には、表面が平坦な定盤上に複数の基体 2 を置き、その上から接着剤付きの台皿 9 を載せ、台皿 9 自体を重しにするとよい。また、台皿 9 の表面が曲面である場合には、接着剤付きの台皿 9 の上に複数の基体 2 を載せた後、後述する摺合せ皿を重しとして置くとよい。

接着剤付きの台皿 9 の上に複数の基体 2 を載せ、さらにその上に重しを載せた後は、接着剤が硬化するまで放置する。なお、接着剤が熱硬化型のものであれば、以上のものをまとめてオープン等に入れ、硬化時間を短縮させるとよい。

接着剤が硬化すると、複数の基体 2 の端面を連ねた面形状が所望の被加工面の反転形状になるよう、基体 2 の端面を研削加工又は切削加工する。研削加工では、被加工物の仕上がり面形状が反転した面形状の摺合せ皿を用いるとよい。

次に、基体付きの台皿 9 に、無電解メッキに対するマスキングを施す。台皿 9 の砥粒部形成側面は、接着剤が施されており、この接着剤がマスキング剤として作用するため、ここにはマスキングを施さず、その裏面側にマスキングを施す。

マスキング剤が乾き、マスキング膜 12 が形成されると、第一の実施形態と同様に、基体 2 の表面中でマスキング膜 12 がついていない領域に、無電解メッキに対する触媒層を形成する。

触媒層を形成すると、砥粒が混入している無電解メッキ液中に、基体付き台皿 9 を入れ、各基体 2 の触媒層上に、砥粒

つつ、溝部にマスキングしなければならず、面倒なマスキング処理となる。これに対して、本実施形態では、台皿の砥粒部形成側面の全体に施した接着剤がマスキング剤となるので、メッキ液や砥粒等の消費量を抑えることができる上に、台皿の砥粒部形成側面を別途マスキングする必要がない。

### 「実施例 2」

以上の第二の実施形態で説明した砥石 10 の具体的な製造方法について、図 3 に従って説明する。なお、この実施例 2 で最終的に得ようとしている砥石 10 は、曲率半径が 197 mm の球面の砥石であるものとする。

台皿 9 は、アルミ鋳物材で、直径 300 mm の円盤状に形成され、この砥粒部形成面が曲率半径 200 mm の球面に形成されている。なお、この面には、特に粗化処理を施していない。また、基体 2 は、アルミニウム (A5056) 製で、直径 10 mm、高さ 3 mm の円柱状を成している。この基体 2 の表面は、粒度 #100 のガラスビーズでショット加工が施されている。

まず、以上の台皿 9 及び基体 2 を溶剤脱脂した後、図 3 (a) に示すように、台皿 9 の砥粒部形成側面である球面全体にエポキシ系接着剤 12a を塗布する。この接着剤としては、比較的粘性の高い SC507A/B (ソニーケミカルズ社の商品名) が適している。また、この接着剤 12a の塗布量は、基体 2 の高さの半分程度の厚さが好ましい。続いて、複数の基体 2 を接着剤 12a の上に置いてから、後述する摺合せ皿

以上の無電解メッキ後、メッキ槽から砥粒層 5 が形成された台皿 9 を取り出し、これを水洗いしてから乾燥し、台皿 9 の裏面に付けたマスキング膜 13 を外すと、曲率半径が 197 mm の球面の砥石 10 が完成する。

なお、以上の実施例 2 では、被加工面の面形状に合わせて球面の台皿 9 を用いたが、台皿は、必ずしも被加工面の面形状に合わせる必要がなく、例えば、図 4 (a) に示すように、平坦な円盤状の台皿 9 a を用いてもよい。ここで、このような台皿 9 a を用いた際の砥石の製造方法について、以下で簡単に説明する。

以上の実施例 2 と同様に、台皿 9 a の表面全体に接着剤 12 a を塗布した後、同じ高さの複数の基体 2 を接着剤 12 a の上に置き、接着剤 12 a を硬化させる。この場合、表面が平坦な定盤上に複数の基体 2 を置き、その上から接着剤付きの台皿 9 a を載せ、台皿 9 a 自体を重しにする。

接着剤 12 a の硬化後、図 4 (b) に示すように、摺合せ皿 19 を用いて、基体 2 の端面 3 を削って、図 4 (c) に示すように、複数の基体 2 の端面 3 を連ねた面形状を所望の被加工面の反転形状にする。以下、実施例 2 と同様に、メッキ処理等を行って砥石を完成させる。

なお、以上では、同じ高さの複数の基体 2 を用いたが、摺合せ皿 19 による研磨量を減らすために、高さが低くなる基体、つまり、この実施例は、台皿 9 a の中央近傍に貼り付ける基体に関しては、他の基体に比べて高さの低いものを用い

ここでは、研磨工程を経て最終製造物である光学素子を得ているが、表面粗さがある程度大きいものでも、仕様範囲になる製品の場合には、精研削工程の後に研磨工程を経る必要はない。従って、精研削工程を経た段階では、中間製造物である場合もあるし、最終製造物である場合もある。

ここで、性能試験の試験条件は、以下の通りである。

・ 第二の実施形態の砥石

基体径：10 mm

砥粒の材料：ダイヤモンド

砥粒の粒径：2 ~ 4  $\mu$ m (3500番のメッシュサイズ相当)

砥粒層の厚さ：0.3 mm

・ 従来のメタルボンド砥石 (粗研削用)

ペレット径：10 mm

砥粒の材料：ダイヤモンド

砥粒の粒径：1500番のメッシュサイズ

・ 従来のレジンボンド砥石 (精研削用)

ペレット径：10 mm

砥粒の材料：ダイヤモンド

砥粒の粒径：3000番のメッシュサイズ

・ 光学素子素材：石英 ( $\text{SiO}_2$ ) ガラス

・ 光学素子の形状：外径238 mmで、R220 mmの球面凸レンズ

・ 研削装置：館野製橢円運動型

の実施形態の砥石は、これに含まれている砥粒の粒径が従来の粗研削用砥石よりも遥かに小さいにも関わらず、平均研削速度が従来の粗研削用砥石と同等であるのは、砥粒層の結合材としてメッキ層を用いているために、砥粒の保持力が極めて高いことに起因していると考えられる。また、研削後の表面粗さは、第二の実施形態の砥石が  $0.47\ \mu\text{m}$  で、従来の精研削用砥石であるレジンボンド砥石と同等であり、従来の粗研削砥石であるメタルボンド砥石より遥かに優れている。このように、研削後の表面粗さが、第二の実施形態の砥石と従来の精研削用砥石であるレジンボンド砥石と同等であることから、研削後に行う研磨工程での研磨所要時間も、第二の実施形態の砥石と従来の精研削用砥石であるレジンボンド砥石と同等になる。

すなわち、第二の実施形態の砥石は、平均研削速度が従来の粗研削砥石であるメタルボンド砥石と同等で、表面粗さ及び研磨所要時間が従来の精研削砥石であるレジンボンド砥石と同等である。このため、従来技術では、粗研削工程と精研削工程とで、それぞれ、異なる砥石を用いていることになるが、第二の実施形態の砥石では、粗研削工程と精研削工程とで砥石を変えなくても、従来技術と基本的に同じ結果、つまり、従来技術と表面粗さ及び研磨所要時間の面で同等にすることができる。

従って、仮に、図 5 (b) の形状創成後の研削量を  $150\ \mu\text{m}$ 、研削後の表面粗さを  $0.47\ \mu\text{m}$  になるように研削を

砥石の面出し所要時間、つまり、砥石の研削面を所望の被加工面（光学面）の反転形状に修正する時間は、表 1 に示すように、第二の実施形態の砥石が 35 分で、従来のメタルボンド砥石及びレジンボンド砥石が共に 120 分である。このように、第二の実施形態の砥石の面出し所要時間が短いのは、第二の実施形態において、基体 2 上に砥粒部 5 を形成する前に、台皿 9 に固定された全ての基体 2 の端面を連ねた形状が所望の被加工面の反転形状になるよう、比較的柔らかい基体 2 の端面を機械加工で仕上げているからである。なお、第二の実施形態の砥石の面出し所要時間の内訳は、砥粒部 5 を形成する前に基体 2 の端面を加工する時間として 10 分、砥粒部 5 が形成された後に、この砥粒部 5 の表面を仕上げる時間として 25 分で、合計 35 分である。

#### 「性能試験例 2」

以上の第二の実施形態で説明した方法で製造した砥石 10 を用いて、蛍石を研削した際の砥石の性能試験結果について説明する。

この性能試験では、第二の実施形態の砥石と従来の精研削用砥石であるレジンボンド砥石のそれぞれを用いて、結晶構造を有する蛍石（ $\text{CaF}_2$ ）を加工し、その過程での研削速度や研削精度等を求めている。光学素子素材である蛍石は、加工特性が結晶方位に依存するため、被加工面（光学面）として一様に良好な面を得ることが難しいことで知られている。そこで、この試験では、蛍石の 111 面、110 面、100



以上の条件で、光学素子素材を研削したときの、各砥石の平均研削速度、素材の表面状態、素材の表面粗さ、研削工程の後に行われる研磨工程での研磨所要時間、砥石の面出し所要時間は、以下の表 3 のようになった。

表 3

	実施形態の砥石	レジンボンド砥石(従来砥石)
平均研削速度	12 $\mu\text{m}/\text{分}$	10 $\mu\text{m}/\text{分}$
表面状態	全面光沢	光沢部と白濁部が混在
表面粗さ(Ry)	0.13 $\mu\text{m}$	0.19 $\mu\text{m}$ : 光沢部 1.11 $\mu\text{m}$ : 白濁部
研磨所要時間	120分	480分以上
研磨の面出し所要時間	15分 (5分+10分)	60分

表 3 から分かるように、第二の実施形態の砥石は、その砥粒が従来のレジンボンド砥石の砥粒よりも小さいにも関わらず、従来のレジンボンド砥石よりも若干優れている。これは、性能試験例 1 で述べたように、第二の実施形態の砥石の方が砥粒の保持力が大きいことに起因していると考えられる。

また、研削後の被加工面の状態は、従来のレジンボンド砥石を用いた場合、図 6 に示すように、いずれの結晶方位でも白濁面 28 と光沢面 29 が混在している。より具体的には、同図 (a) に示すように、蛍石の 111 面が予定光軸と垂直になっているときに研削した場合には、光軸を中心として 1

／ 4 の 1 2 0 分である。これに対して、従来のレジンボンド砥石を用いた場合、研磨所要時間が 4 8 0 分以上と極めて長くなるのは、被加工面を白濁させているクラック層を研磨で取り除く必要があるからである。

また、砥石の面出し所要時間は、第二の実施形態の砥石が 1 5 分で、従来のレジンボンド砥石が 6 0 分である。

なお、以上は、第二の実施形態の砥石の研削性能であるが、第一の実施形態の砥石に関しても、基本的に同様の研削性能が得られることは言うまでもない。但し、第一の実施形態は、砥粒層形成済みの砥石ペレット 1 を台皿 9 に固定したものであるため、砥石の面出し作業では、硬い砥粒層に対して直接成形を施す必要があり、面出し所要時間に関しては、第二の実施形態よりも長くなり、従来技術と大差はない。

### 「第三の実施形態」

次に、本発明に係る第三の実施形態について説明する。

この実施形態の砥石は、砥粒層を無電解メッキではなく電解メッキで形成するもので、その他の基本的な構成は第二の実施形態と同様である。

まず、第二の実施形態と同様に、台皿及び複数の基体を準備する。但し、台皿及び基体の材料は、電解メッキを行う関係上、導電材である必要があり、例えば、鉄、ステンレス、アルミ等が好ましい。

次に、台皿及び基体を溶剤脱脂した後、台皿の砥粒部形成側面に、必要数の基体を載せてから、複数の基体相互間に、

流を流して、基体の端面に、砥粒を含む電解メッキ層、つまり、砥粒部を形成する。

砥粒部の形成が終了すると、砥粒部が形成された台皿を電解メッキ液中から取り出し、水洗いした後、台皿の裏面側のマスキング剤を除去する。マスキング剤除去後、複数の基体の端面上に形成された各砥粒部の表面を、所定の面形状になるように、摺合せ皿等で摺り合せて、砥石を完成させる。この摺り合せは、第一の実施形態で述べたように、電解メッキでは、凸部や外周部に電解メッキ層が多く析出し、メッキ層の層厚さを均一できないことに起因する。

以上のように、本実施形態でも、砥粒を液体であるメッキ液中に混入しているので、析出したメッキ層内の砥粒を均一に分散させることができる。さらに、電解メッキ法で形成したメッキ層を砥粒の結合材としているので、砥粒の保持力が高くなり、砥石寿命を長くすることができる。また、結合材であるメッキ層は、硬いので、研削又は研磨による砥粒層の表面変化が小さく、研削面又は研磨面の修正作業の頻度を少なくすることができる。さらに、台皿の砥粒部形成側面であって、複数の基体の相互間に、接着剤を塗布したので、この接着剤がマスキング剤としても機能し、別途、マスキングを行わなくても、複数の基体相互間にメッキ層が形成されるのを防ぐことができる。

また、本実施形態の砥石の研削性能は、基本的に、前述した第二の実施形態の砥石の研削性能と同等である。但し、本

た面形状が所望の被加工面の反転形状になるよう、図 7 (b) に示すように、摺合せ皿 19 b を用いて、基体 2 b の端面 3 b を削る。この摺り合せでも、実施例 2 と同様に、粒度 # 600 の炭化珪素系の研削砂に水を混ぜたものを摺り合せ面に塗布しながら行う。

次に、基体付き台皿 9 b に対して、アルカリ脱脂、酸による活性化を順に行った後、図 7 (c) に示すように、台皿 9 b の裏面に電解メッキ用の負電極 20 を接触させてから、台皿 9 b の裏面をマスキングテープや塗布型マスキング剤を用いてマスキング膜 13 b を形成する。そして、この基体付き台皿 9 b に対して、ニッケルストライクメッキ 4 b を施す。この電解メッキ処理では、表面積  $100\text{ cm}^2$  当たり、 $10\text{ A}$  程度の電流を 2 分程度流して、基体 2 b の端面 3 b 上に非常に薄いメッキ膜を形成する。この電解メッキ処理は、基体 2 b の材質がステンレスであることから、ステンレス表面の電気的化学活性化を図るために行う処理である。

以上のメッキ前処理が終了すると、図 8 (d) に示すように、電解メッキ液 16 b 中に、正電極 21 を入れ、さらに、砥粒 15 を混入させる。この実施例 3 では、電解メッキ液 16 b として、 $\text{PH}4$  で  $50^\circ\text{C}$  のスルファミン酸ニッケルメッキ液を用い、砥粒 15 として、粒径  $2\sim4\text{ }\mu\text{m}$  のダイヤモンドを用いる。そして、砥粒 15 が混入している電解メッキ液 16 b 中に、基体付き台皿 9 b を入れ、スターラー 17 で電解メッキ液 16 b を攪拌しつつ、電解メッキ液 16 b 中の

学系 33 と投影光学系 34 との間には、シリコンウェハ 30 の加工内容に応じたパターンが形成されているレチクル 36 が適宜配置される。光源 31 としては、この実施形態では、極めて波長の短い光を出力する ArF レーザ、又はさらに波長の短い光を出力する F<sub>2</sub> レーザが用いられている。照明光学系 33 は、光路中の光度分布を均一化する機能を担い、投影光学系 34 は、レチクル 36 の像をシリコンウェハ 30 上に結像させる機能を担っている。

近年の投影露光装置は、シリコンウェハ 30 上に微細なパターンを投影するため、前述したように、より波長の短い光を用いて、レチクル 36 のパターンを投影することが求められている。そこで、本実施形態では、波長の短い光に対応するため、集光レンズ 32、照明光学系 33 内の各種レンズ、投影光学系 34 内の各種レンズは、いずれも、石英及び蛍石をレンズ素材としている。

蛍石を研削する場合、「性能試験例 2」で述べたように、先に説明した各実施形態の砥石を用いると、良好な結果が得られることが判明している。このため、ここでは、先に説明した各実施形態のいずれかの砥石、好ましくは第二の実施形態の砥石を用いて、蛍石を研削して、光学投影露光装置を構成する前述した各種レンズを取得している。このように得られたレンズは、投影露光装置用に短時間で高精度に形状創成されるので、装置自体の製造コストの低減に寄与する。

5. 請求項 4 に記載の砥石ペレットの製造方法において、  
予め準備しておいた固定板上に、複数の前記基体を固定し、  
前記固定板に複数の前記基体を固定する前に又は後に、該  
基体の端面であって、該固定板に固定される端面とは反対側  
の端面上に、無電解メッキに対する触媒層を形成し、  
砥粒を含む無電解メッキ液中に、前記固定板に固定された  
複数の前記基体を入れて、各基体の前記触媒層上に前記砥粒  
層を形成する、  
ことを特徴とする砥石ペレットの製造方法。

6. 請求項 5 に記載の砥石ペレットの製造方法において、  
前記無電解メッキ液中に複数の前記基体を入れる前に、前  
記固定板の表面にマスキング剤を施し、該マスキング剤を接  
着剤として、複数の該基体の端面を該固定板に取り付けると  
共に、複数の該基体の表面中で前記砥粒層を形成しない面に  
該マスキング剤を施す、  
ことを特徴とする砥石ペレットの製造方法。

7. 請求項 4 に記載の砥石ペレットの製造方法において、  
前記砥粒層を形成した後、該砥粒層の厚さが均一になるよ  
う、該砥粒層を加工する、  
ことを特徴とする砥石ペレットの製造方法。

ことを特徴とする砥石の製造方法。

1 2 . 複数の基体を台皿上に固定し、各基体の端面にメッキにより砥粒層を形成する砥石の製造方法であって、

前記台皿上に固定された複数の前記基体の端面を連ねた面形状が、所望の被加工面の反転形状に成るよう、各基体の端面を加工する工程を含む、

ことを特徴とする砥石の製造方法。

1 3 . 光学素子の製造方法において、

台皿上に複数の基体が固定され、該基体の端面を含む基体表面のみに砥粒を含むメッキ層が形成されている砥石を準備し、

前記砥石を用いて、光学素子素材を加工して、前記光学素子又は該光学素子の中間製造物を形成する、

ことを特徴とする光学素子の製造方法。

1 4 . 請求項 1 3 に記載の光学素子の製造方法において、

前記メッキ層は、非晶質メッキ層である、

ことを特徴とする光学素子の製造方法。

1 5 . 請求項 1 3 及び 1 4 のいずれか一項に記載の光学素子の製造方法において、

前記光学素子素材の加工では、研削工程と、該研削工程の

ことを特徴とする投影露光装置の製造方法。

19. 請求項17及び18のいずれか一項に記載の投影露光装置の製造方法において、

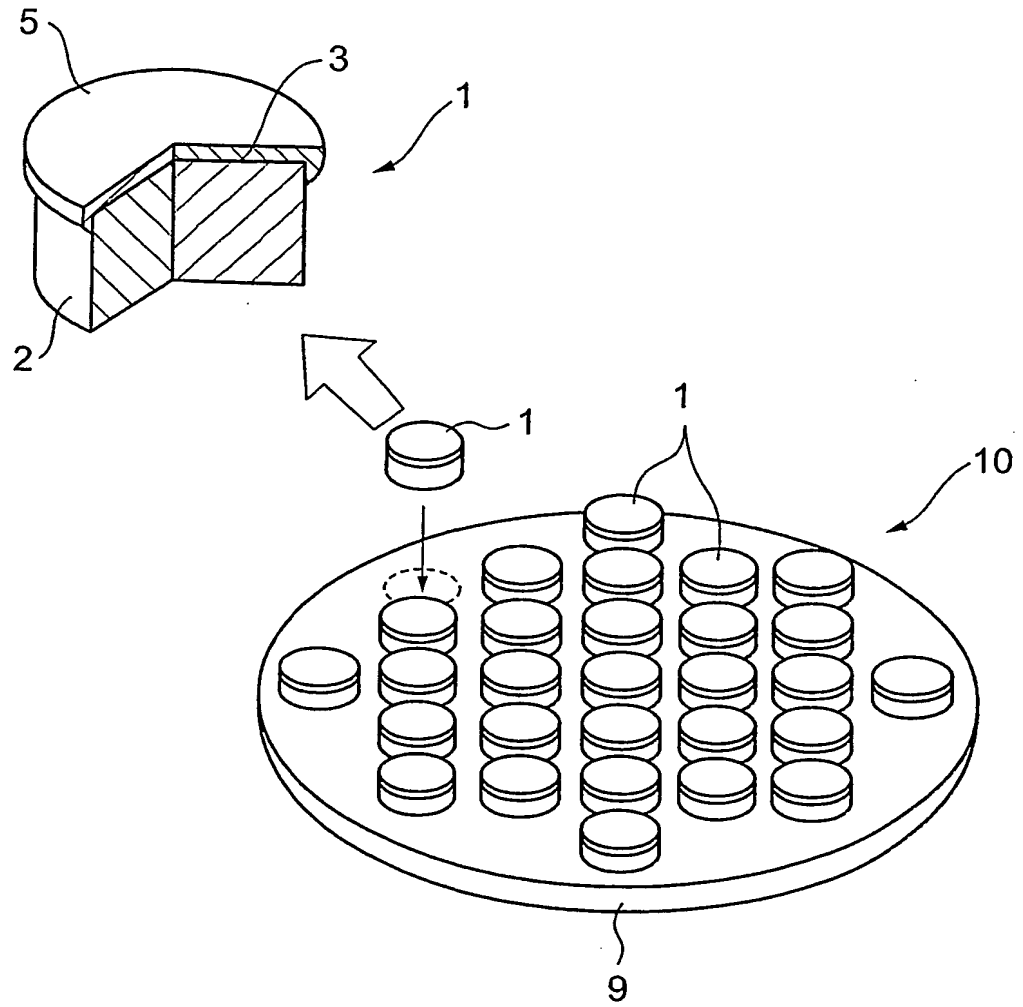
前記レンズ素材は、蛍石である、

ことを特徴とする投影露光装置の製造方法。



1/9

図 1



2/9

図 2

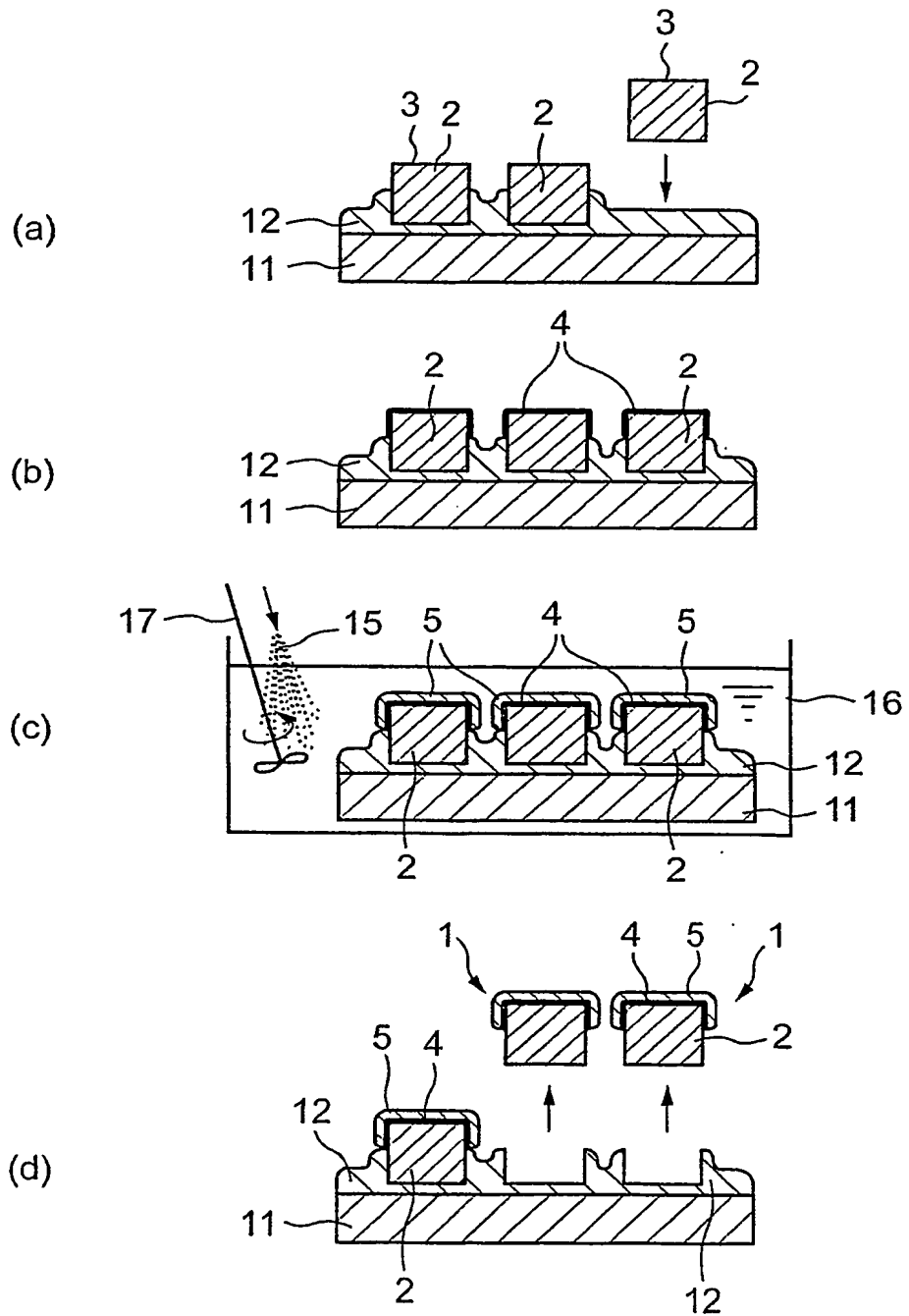


図 3

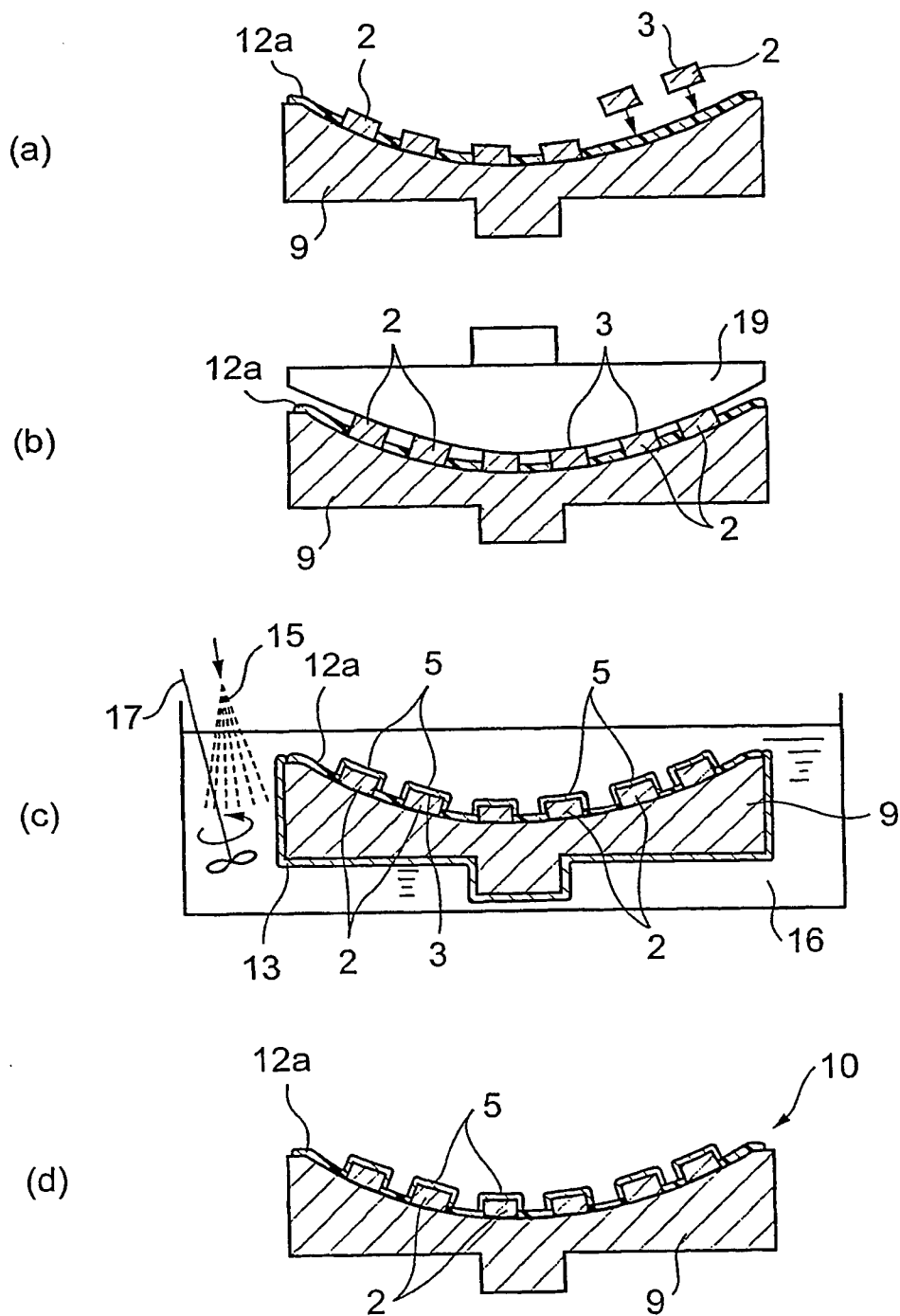
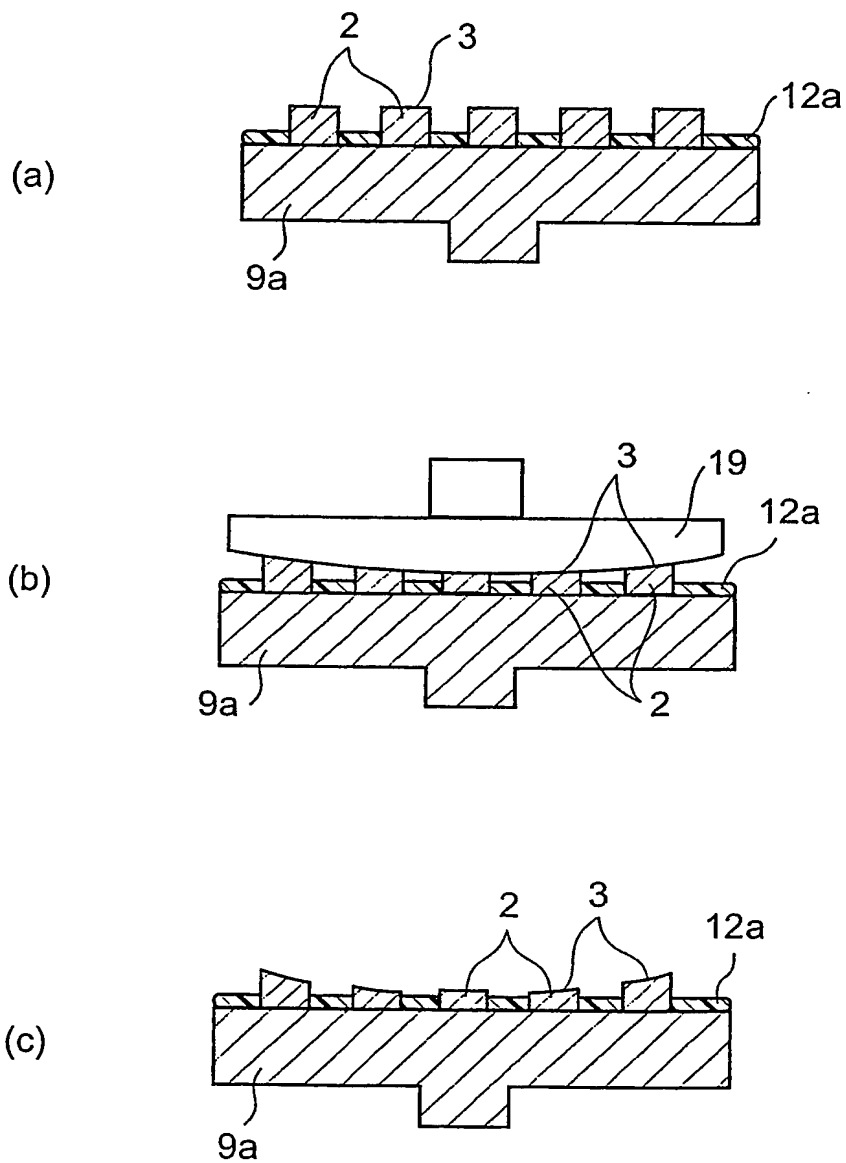


図 4



5/9

図 5

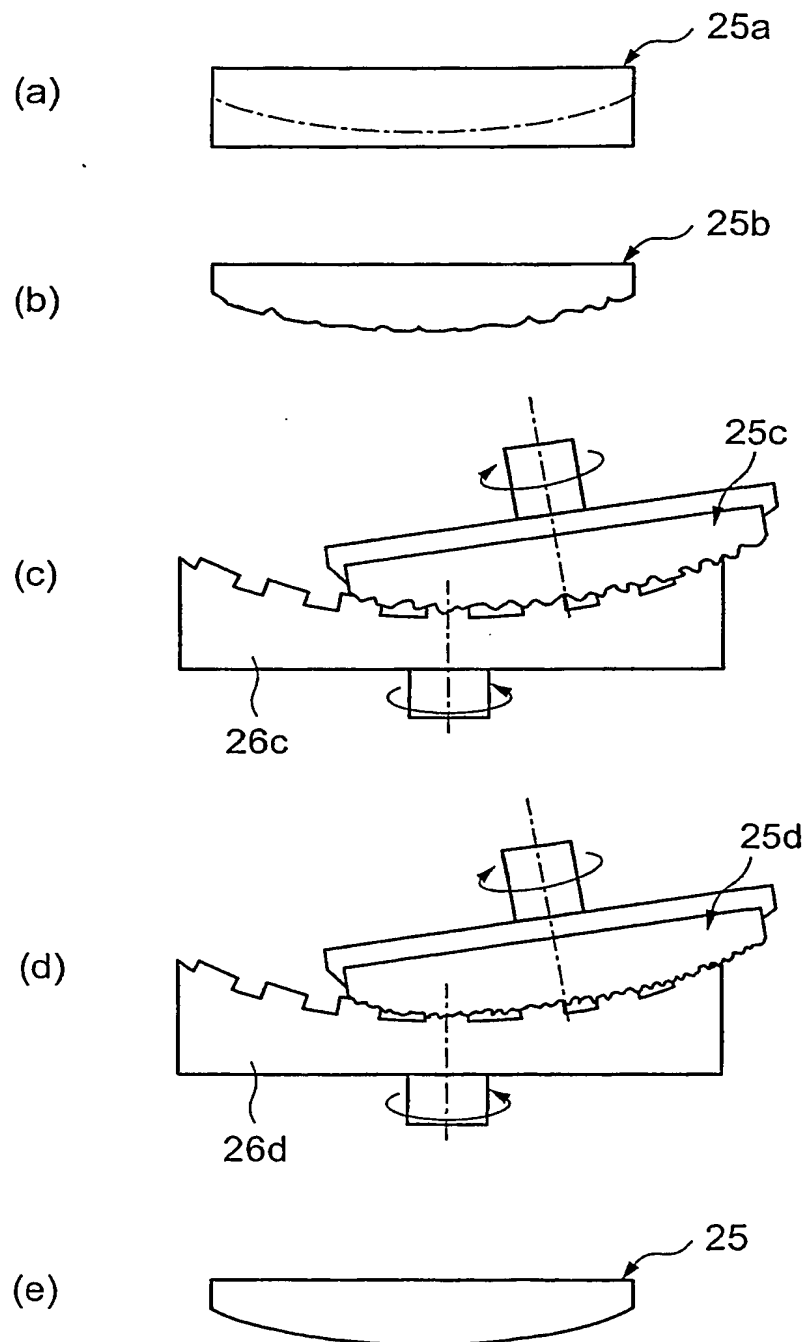
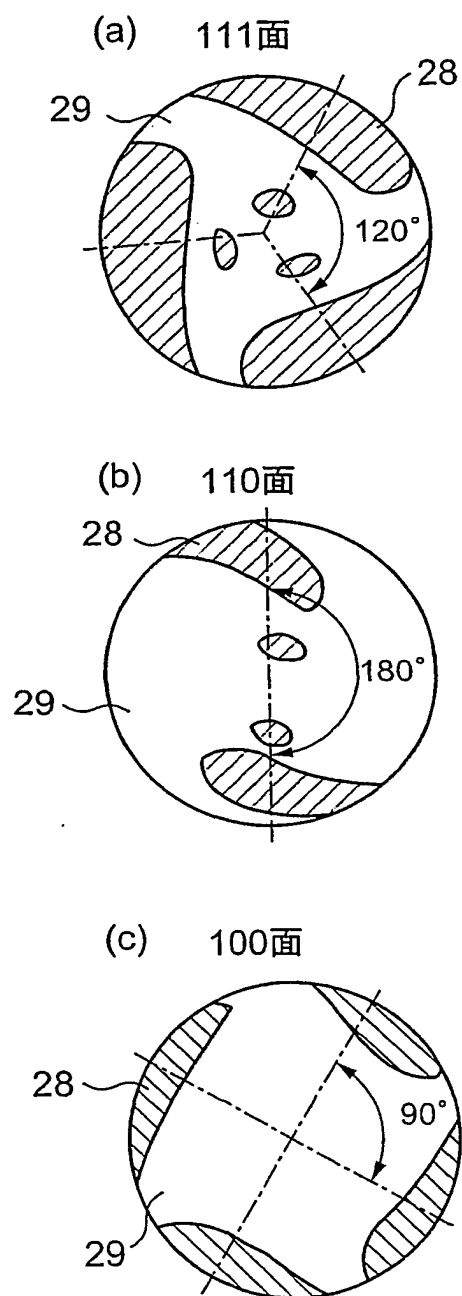


図 6



7/9

図 7

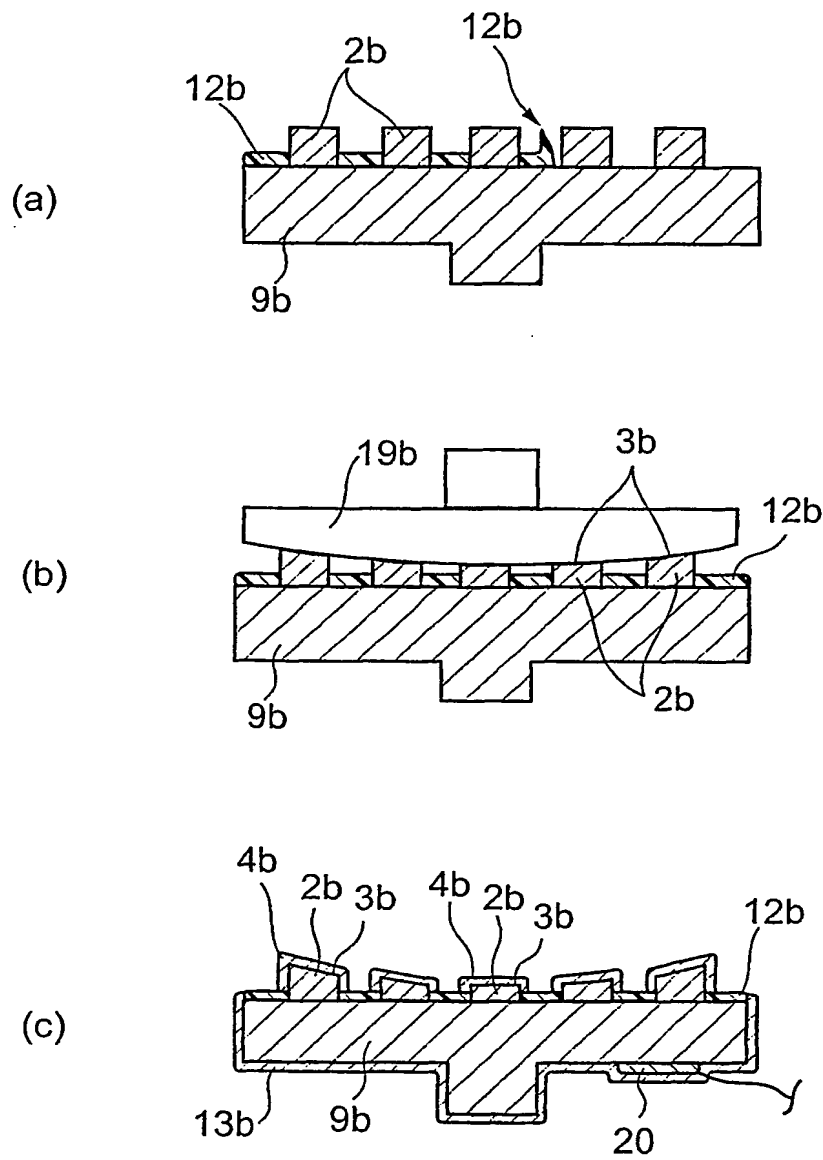


図 8

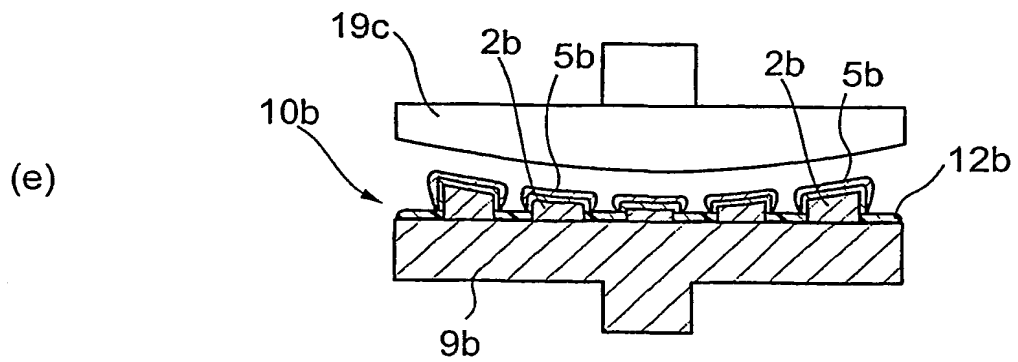
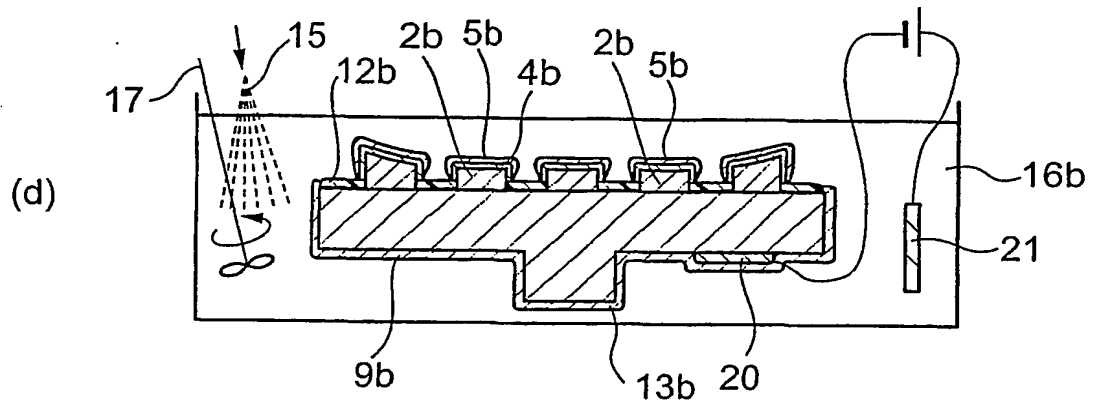




図 9

